

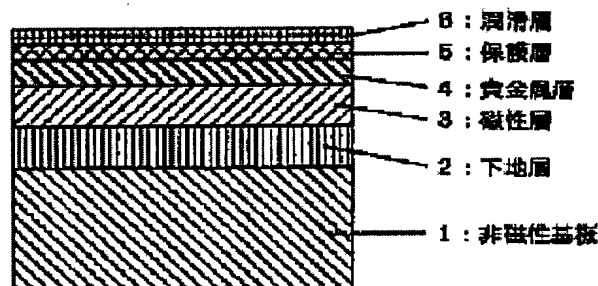
**MAGNETIC RECORDING/REPRODUCING UNIT**

**Patent number:** JP2000207721  
**Publication date:** 2000-07-28  
**Inventor:** TAKEUCHI TERUAKI; HONDA YUKIO; HIRAYAMA YOSHIYUKI; INABA NOBUYUKI; FUTAMOTO MASAOKI  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
- **International:** G11B5/66  
- **European:**  
**Application number:** JP19990002172 19990107  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP2000207721**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a high density perpendicular recording medium in which a high S/N ration can be ensured by forming a Co layer on a magnetic layer subjected to crystal orientation control and forming a noble metal layer of at least one element selected from among a group of Pt, Pd, Au, Ag, Rh, Ir and Ru thereon.

**SOLUTION:** A Ti-10 at.% Cr film is formed, as an underlying layer 2, on a tempered glass substrate 1 and a Co-19 at.% Cr-10 at.% Pt film is formed thereon as a magnetic layer 3. This film has a hexagonal compact crystal structure and serves as a perpendicular magnetization film when c-axis thereof is directed perpendicular to the film surface. The Ti-10 at.% Cr film underlying layer 2 directs the c-axis of the magnetic film perpendicular to the film surface. When the Pt layer 4 of noble metal is formed on the magnetic layer 3, substrate temperature is lowered in order to suppress mutual diffusion of the magnetic layer 3 and the Pt layer 4 thus forming a steep interface. Furthermore, a protective film 5 of carbon and a lubrication film 6 are formed.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-207721

(P2000-207721A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int. Cl.

G11B 5/66

識別記号

F I

G11B 5/68

テラート\* (参考)

5D006

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-2172

(22) 出願日

平成11年1月7日 (1999.1.7)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 竹内 輝明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 本多 幸雄

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録再生装置

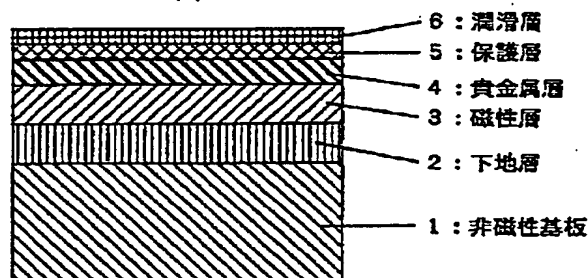
(57) 【要約】

【課題】 高いS/Nを確保することができる高密度垂直記録媒体を提供し、それを用いた磁気記録再生装置を提供すること。

【解決手段】 磁性膜上に貴金属の層を形成することによって磁性層と貴金属層の界面を形成した垂直磁気記録媒体を用いる。

【効果】 上記界面の形成により生じる界面磁気異方性により、磁性層の表面近傍の磁気異方性を高めことができ、雑音を低減することができる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 垂直磁気記録媒体に記録を行なう磁気記録再生装置において、当該垂直磁気記録媒体は、非磁性材料からなる基板と、当該非磁性基板の上に形成された磁性層とを具備し、当該磁性層は、結晶配向及び結晶粒径が制御されたものであり、かつ、その上にPt、Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruの貴金属元素群から選択された少なくとも1種類の元素からなる貴金属層が形成されたものであることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項2】 前記磁性層は、貴金属層近傍の強磁性元素の濃度が磁性膜全体における強磁性元素の平均濃度以上であることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録再生装置。

【請求項3】 前記貴金属層は、厚さが1nm以上で5nm以下であることを特徴とする請求項2に記載の磁気記録再生装置。

【請求項4】 垂直磁気記録媒体に記録を行なう磁気記録再生装置において、10ギガビット/平方インチの密度で記録した場合の信号対雑音比が、ビット長とトラック幅の比が1:10~1:20の範囲で磁気ヘッドによって再生される信号の周波数から直流に至る周波数帯域に対し、26dB以上であることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録再生装置。

【請求項5】 非磁性材料からなる基板と、当該非磁性基板上に形成された磁性層とを具備し、当該磁性層は、結晶配向及び結晶粒径が制御されたものであり、かつ、その上にPt、Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruの貴金属元素群から選択された少なくとも1種類の元素からなる貴金属層が形成されたものであることを特徴とする垂直磁気記録媒体

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録の技術に係り、特に高密度記録に適する垂直磁気記録媒体を用いた記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現在実用化されている磁気ディスク装置には、面内磁気記録方式が用いられている。当該記録方式は、ディスク面と平行な方向に磁化しやすい磁性膜を用い、面内方向に磁区を形成して記録を行なう方式である。磁気ディスク装置の記録密度は年々高まっており、それに伴って磁性膜の薄膜化が進んでいる。磁性膜を薄くするのは、面内磁気記録の場合には、磁区境界から生じる磁界が微小磁区の形成を阻害するからであり、磁性膜を薄くすることにより、磁区境界から生じる磁界の影響が軽減される。しかし、磁性膜を極薄化していくと、今度は、室温においても熱による磁化の揺らぎが生じるようになり、かえって記録磁化が減少するという問題が生じる。

【0003】このような面内磁気記録方式の問題を打破

する技術として、ディスク面と垂直な方向に磁化しやすい磁性膜を用いた垂直磁気記録方式が提案されている。垂直磁気記録においては、上記の磁区境界から生じる磁界が微小磁区の形成を阻害するという面内磁気記録における問題がないため、厚い磁性膜を用いた高密度記録が可能となる。しかも、この厚い磁性膜により、磁化の熱揺らぎの発生が抑えられる。このようにして、面内磁気記録では得られない記録密度の実現の可能性があるが、実際に、300kFCI (Flux Change per Inch, 1インチ当たりの磁化反転数) を越える線記録密度の実験がある。

【0004】しかし、垂直磁気記録においては、媒体雑音が大きいう問題があり、実用化を阻む原因になっている。雑音は、再生出力信号の大きさと比較して問われるものであり、通常、信号対雑音比によって評価される。再生出力信号は、磁気ヘッドが記録磁化反転領域を横切る毎に、磁界零状態での出力(零レベル)に対してプラス側及びマイナス側に電圧ピークとして生じる。この電圧ピークをS (V<sub>p-p</sub>) とし、電圧ピークの繰り返し周期による周波数から直流に至る周波数帯域(通常0~100MHz程度の帯域)における雑音の2乗平均値をN (V<sub>rms</sub>) とし、その比であるS/Nが信号対雑音比となる(以下、信号対雑音比を「S/N」という)。

【0005】垂直磁気記録において、例えば、2ギガビット/平方インチの密度で記録を行なった場合の現在の媒体のS/Nは23.8dBで、より高密度の記録ではS/Nが更に低下する傾向がある(例えば米国文献ジャーナル・オブ・マグネティズム・アンド・マグネティック・マテリアルズ誌(Journal of Magnetism and Magnetic Materials) 第134巻の第304頁~第304頁(1994年発行)参照)。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のS/Nは、ディジタル信号の記録再生には不十分であり、実用に供せられる磁気記録再生装置を得ることができない。

【0007】本発明の目的は、従来技術の前記問題点を解決し、高いS/Nを確保することができる高密度垂直磁気記録媒体を提供し、それを用いた磁気記録再生装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の垂直磁気記録媒体は、非磁性材料からなる基板と、当該非磁性基板の上に形成した磁性層とを具備し、当該磁性層は、結晶配向及び結晶粒径が制御されたものであり、かつ、その上にPt、Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruの貴金属元素群から選択された少なくとも1種類の元素からなる貴金属層が形成されたものであることを特徴とする。

【0009】磁気記録媒体を用いた磁気記録装置におい

ては、雑音は、上記の媒体雑音に加え、磁気ヘッドやその出力信号を増幅する再生回路自体の雑音があり、全体の雑音は更に大きなものとなる。本発明者は、磁気ディスク装置のようにデジタル信号を記録する場合、許容される誤り率の解析結果などから、この全体を考慮した場合の磁気記録媒体のS/Nは、最低でも26dBが必要であることを明らかにしている。

【0010】なお、このS/Nは、10ギガビット/平方インチの密度で記録した場合に、ビット長とトラック幅の比が1:10~1:20の範囲で磁気ヘッドによって再生される信号の周波数から直流に至る周波数帯域に対して与えられる。

【0011】上記S/Nを確保するために、媒体雑音の軽減が最大の課題となる。垂直磁気記録媒体の記録・再生特性を調べた結果、面内磁気記録媒体とは異なり、直流消去を行った状態でもノイズが高いことが判明した。さらに、垂直磁気記録媒体の磁化状態を磁気力顕微鏡により調べた結果、直流消去を行っても、表面近傍に磁化の揺らぎが存在し、これが高い雑音の原因であることが明らかとなった。

【0012】このような表面近傍の磁化の揺らぎは、表面近傍の垂直磁気異方性の低下に基づくものである。その一つの原因として、Co-Cr等の合金で形成されている媒体の場合は、偏析効果により、表面近傍の組成が膜の内部と異なることが挙げられる。また、表面の凹凸も表面近傍の垂直磁気異方性を低下させる一因である。

【0013】この問題に対しては、磁性膜の磁気異方性エネルギーは高い方が望ましい。しかし、磁気異方性エネルギーを高めると、今度は、記録のための磁界を高くするため、記録ヘッドによる記録が困難になるという問題が生じる。

【0014】従って、磁性膜全体の磁気エネルギーの増加を抑制しながら、磁性膜表面近傍の磁気異方性の低下を防止し、或いはその磁気異方性を増加させることが問題解決の糸口となる。本発明は、そのような問題解決の糸口を見い出すことによってなされたものである。即ち、本発明においては、磁性膜の上に貴金属の単体又は貴金属合金の層を形成する。磁性層上に貴金属層が形成され、磁性金属と貴金属の界面が形成されると、膜面垂直方向を磁化容易方向とする界面磁気異方性が誘起され、それによって所望の磁気異方性の得られることが判明した。このような界面磁気異方性は、特に、Co又はその合金による磁性層とPt、Pd等の貴金属とで界面を形成した場合に顕著に生じる。

【0015】もっとも、磁性層と貴金属との組み合わせは、米国文献アブライド・フィジックス・レターズ誌 (Applied Physics Letters) 第47巻、178~180頁 (1985年発行) に見られる。しかし、この文献の記録媒体は、8Å程度という極めて薄いCo膜と40Å程度と云うそれに比べて極めて厚いPd膜を交互に重

ねて1μm程度の厚さの多層膜としたものであり、磁性膜が極めて薄いため再生に磁気ヘッドを用いることができず、記録再生装置の構造及び作用は本発明とは異なるものである。

【0016】本発明では、磁性膜の上のみ貴金属層を形成するもので、後で詳述するが、貴金属層の厚さは1nmで高い磁気異方性向上の効果が得られ、その数十倍でも効果が得られることが判明した。但し、貴金属層の厚さの上限は、実用的観点から、以下の理由によって概ね5nmにすることが望ましい。

【0017】上記の界面磁気異方性は、界面近傍の磁性層に生じるものであり、貴金属層に誘起されるものではない。従って、貴金属層が厚くなると、今度は、磁気記録の際の磁性層と磁気ヘッドの間の距離 (スペーシング) が増加することとなり、それによって記録波長が短くなるほど再生出力が低下すると思うわしくない結果を招く。更に、磁気記録媒体には、一般に、磁性層の上に保護膜及び潤滑層を形成する。これらもスペーシングを増加させる非磁性層となる。本発明の記録媒体においても貴金属層の上に保護膜及び潤滑層を形成するので、それらの厚さを加味して磁性層-磁気ヘッド間距離を設定し、貴金属層厚の上限を概ね5nmとするのが適切であると判断した。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る磁気記録再生装置を図面に示した幾つかの実施例による発明の実施の形態を参照して更に詳細に説明する。

【0019】まず、本発明の磁気記録再生装置で用いる垂直磁気記録媒体の基本構造を図1に示す。図1において、1は非磁性材料による基板、2は、基板1の上に形成した下地層、3は、下地層2の上に形成した情報を記録する磁性層、4は、磁性層3の上に形成した貴金属層、5は、貴金属層4の上に形成した保護膜、6は、保護膜5の上に形成した潤滑膜である。

【0020】基板1は、ディスクの基材となるもので、強化ガラスのほか、Ni-P鍍金を行なったAl合金やシリコンを選択して用いた。下地層2は、磁性層3の結晶配向や結晶粒径を制御するために用いたもので、Ti合金の単層としたが、必要に応じて2層以上とした。保護膜5としてカーボンを用いた。

【0021】

【実施例】<実施例1>2.5インチの強化ガラス基板1上に直流マグネトロンスパッタ法により、図1に示す断面構造の垂直磁気記録媒体を作成した。スパッタ装置のターゲットは6インチのものをを用い、放電用のアルゴンガスを1千分の3ツールとし、1kWの電力を投入して各層を形成した。

【0022】基板温度250℃の下で、基板1上に、30nm厚のTi-10at(atomic)%Cr膜を下地層2として形成し、この上に、磁性層3としてCo-19at%Cr-10a

txPt膜を25nm厚で形成した。ここで、Co-19at%Cr-10at%Pt膜は、六方緻密の結晶構造をとり、そのc軸が膜面垂直方向を向くと、この膜は垂直磁化膜となる。Ti-10at%Cr膜下地層2は、この磁性膜のc軸を膜面垂直方向にするためのものである。

【0023】更に、この磁性層3の上に貴金属のPt層4を基板温度約60℃で形成した。Pt層4の形成において基板温度を下げたのは、磁性層3とPt層4との相互拡散を抑制し、急峻な界面を形成するためである。更に、この上に5nm厚のカーボン膜による保護膜5と潤滑膜6を形成した。

【0024】図2は、上記Pt層4を形成した場合の効果を確認するために、磁性層3上に形成するPt層4の厚さを変化させて磁気異方性エネルギーの変化を測定し、その結果から、発生した界面磁気異方性エネルギーを見積もったものである。ここで、界面近傍で磁気異方性が変化した領域の厚さは0.5nmと仮定した。

【0025】図2に見られるように、界面磁気異方性エネルギー $\Delta K_u$ は、Pt層厚が1nm以下の領域では、Pt層厚の増加に伴い急速に増加するが、1nm以上で飽和傾向を示す。 $\Delta K_u$ の値は、Pt層厚1nmにおいて360万emu/ccであり、5nmにおいても約400万emu/ccである。これらが貴金属層がない場合に対する磁性層表面近傍の磁気異方性エネルギーの増加分となる。磁性層材料の磁気異方性エネルギーは、磁気ヘッドで記録可能という条件から、一般に300万emu/cc以下であり、表面近傍では、さらに値が低下しているから、上記界面磁気異方性が加わると、磁性層表面近傍の磁気異方性エネルギーは、2倍以上に増加することになる。

【0026】＜実施例2＞本実施例では、実施例1と同じ製作条件で、まず、基板1上に下地層2、更に磁性層3としてCo-19at%Cr-10at%Pt膜を25nm厚で形成し、その表面にCo層31を1nmの厚さで形成した。両層を合わせた磁性膜全体を見ると、強磁性元素であるCoの濃度は、表面近傍で高い。Co層31の上に、Pt層4を形成し、更にPt層4の上に保護膜5とした5nm厚のカーボン膜と潤滑膜6を形成し、図3に示す構造の試料を形成した。

【0027】このような試料に対し、上述の方法で界面磁気異方性を見積った。この場合にも、界面磁気異方性

の発生が確認され、その値は、Co層31を形成しない実施例1の場合に比べ、Pt層4の各厚さにおいて、約20%大きかった。このように界面磁気異方性が増大したのは、Co層31を形成したことにより、磁性層全体（磁性層3及びその上のCo層31）の貴金属界面近傍の強磁性元素の濃度が実施例1の場合より高く、界面磁気異方性の発生が強化されたためである。

【0028】＜実施例3＞本実施例は、磁気特性の異なる2層からなる磁性層上に貴金属層を形成したものである。ここでの磁性層は、下地層2上に、まず面内磁化特性を有するNi-Feの層32を200nm厚で形成し、更に、その上に上記と同じ組成のCo-19at%Cr-10at%Pt（以下単に「Co-Cr-Pt」と表記する）の磁性層3を25nm厚で形成したものである。面内磁化層32を設けることにより、記録磁化状態がより安定に保持される。

【0029】磁性層3の上に、Pt層4を1nm厚で形成し、更に保護膜5とした5nm厚のカーボン膜と潤滑膜6を形成し、図4に示す構造の試料を形成した。このような試料においてPt層4厚を変化させた場合に生じた界面磁気異方性は、実施例1の場合と同程度であった。

【0030】以上の各実施例では貴金属層4としてPtを用いたが、他の貴金属Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruを用いた場合にも界面磁気異方性の発生を確認することができ、磁性層表面近傍の垂直磁気異方性を増強することができた。

【0031】また、上記各実施例においては、磁性層3としてCo系の材料を用いたが、磁性層3としてFe系の用いた場合でも、貴金属層4との界面を形成することにより、磁性層表面近傍の垂直磁気異方性を増強することができた。

【0032】これらの磁気記録媒体に関し、直流消去を行った後のノイズ特性を評価した。測定には、シールド間隔0.2μmのMRヘッド（磁気抵抗効果型ヘッド）を用い、スペーシングは30nmとした。表1に、直流消去を行った後のノイズの大きさを、磁性層上にPt層（2nm厚）を形成した場合と形成しない場合とを比較して示す。

【0033】

【表1】

表1

磁性層構造	ノイズ積算値 ( $\mu\text{V}_{\text{rms}}$ )	
	Pt層(2nm)形成	Pt層なし
Co-Cr-Pt(25nm)	8	15
Co(1nm)/Co-Cr-Pt(25nm)	6	16
Co-Cr-Pt(25nm)/Ni-Fe(200nm)	11	22

【0034】磁性層として、Co-Cr-Pt単層3の場合、Co-Cr-Pt層3上にCo層31を形成したもの及びNi-Fe面内磁化層32上にCo-Cr-Pt層3を形成したものの3種類に関して、いずれも磁性層上にPt層4を形成したことにより、ノイズ積算値(0~50MHzの周波数範囲の積算)が大幅に低下した。

【0035】以上の垂直磁気記録媒体を用いて構成した磁気記録再生装置の実施例を図5に示す。図5において、71は上述の垂直磁気記録媒体であり、媒体71には、サスペンション73で保持された磁気ヘッド72が対向し、磁気情報を電気信号として取り出す。サスペンション73で保持された磁気ヘッド72は、ボイスコイルモータ75で駆動されるアクチュエータ74を通じ、磁気記録媒体の所定の位置に移動される。この際の位置決めは、位置決め回路77により制御される。

【0036】更に、磁気ヘッド72からの電気信号は、記録再生回路76に導かれる。インタフェース回路78は、本記録再生装置に対する電気信号の入出力を中継するものである。また、媒体71は、モータ79により回転する。

【0037】この装置の記録再生特性を測定したところ、10ギガビット/平方インチの記録において26dBのS/Nが確認された。

【0038】

\*【発明の効果】本発明によれば、使用する磁気記録媒体の磁性層の表面近傍の磁気異方性を従来に比べて高めることができるので、高記録密度においてもS/Nが高い磁気記録再生装置を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る磁気記録再生装置を説明するための垂直磁気記録媒体の断面図。

【図2】磁性層上に形成したPt層の厚さと界面磁気異方性の関係を説明するための曲線図。

【図3】本発明の第2の実施例を説明するための垂直磁気記録媒体の断面図。

【図4】本発明の第3の実施例を説明するための垂直磁気記録媒体の断面図。

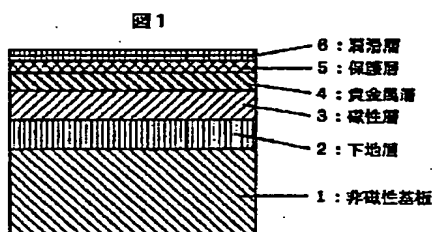
【図5】本発明の磁気記録再生装置を説明するための構造図。

【符号の説明】

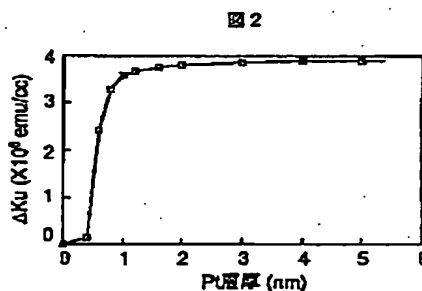
1…非磁性基板、2…下地層、3…磁性層、31…強磁性元素濃度が高い層、32…面内磁化層、4…貴金属層、5…保護層、6…潤滑層、71…磁気記録媒体、72…磁気ヘッド、73…サスペンション、74…アクチュエータ、75…ボイスコイルモータ、76…記録再生回路、77…位置決め回路、78…インタフェース制御回路

\*

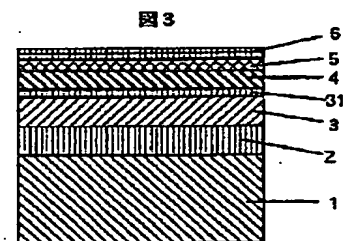
【図1】



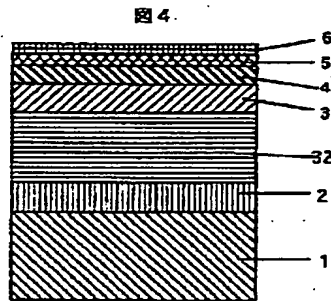
【図2】



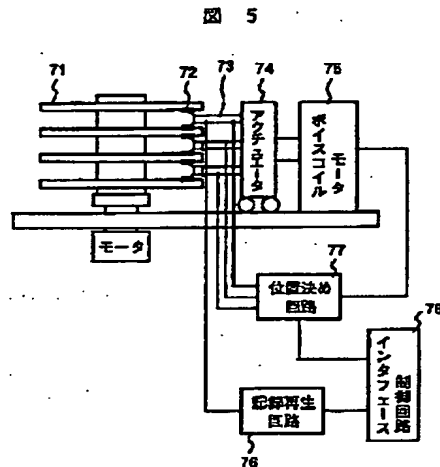
【図3】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年1月12日(2000. 1. 12)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 垂直磁気記録媒体に記録を行なう磁気記録再生装置において、当該垂直磁気記録媒体は、非磁性材料からなる基板と、当該非磁性基板の上に形成された磁性層とを具備し、当該磁性層は、結晶配向及び結晶粒径が制御されたものであってその表面にCo層が形成され、かつ、当該Co層の上にPt、Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruの貴金属元素群から選択された少なくとも1種類の元素からなる貴金属層が形成されたものであることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項2】 垂直磁気記録媒体に記録を行なう磁気記録再生装置において、当該垂直磁気記録媒体は、非磁性材料からなる基板と、当該非磁性基板の上に形成された面内磁化特性を有するNi-Fe層と、当該Ni-Fe層の上に形成された垂直磁化磁性層とを具備し、当該垂直磁

\*化磁性層は、結晶配向及び結晶粒径が制御されたものであり、かつ、その上にPt、Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruの貴金属元素群から選択された少なくとも1種類の元素からなる貴金属層が形成され、更に、当該貴金属層は、厚さが1nm以上で5nm以下であることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項3】 非磁性材料からなる基板と、当該非磁性基板上に形成された磁性層とを具備し、当該磁性層は、結晶配向及び結晶粒径が制御されたものであってその表面にCo層が形成され、かつ、当該Co層の上にPt、Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruの貴金属元素群から選択された少なくとも1種類の元素からなる貴金属層が形成されたものであることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 非磁性材料からなる基板と、当該非磁性基板上に形成された面内磁化特性を有するNi-Fe層と、当該Ni-Fe層の上に形成された垂直磁化磁性層とを具備し、当該垂直磁化磁性層は、結晶配向及び結晶粒径が制御されたものであり、かつ、その上にPt、Pd、Au、Ag、Rh、Ir、Ruの貴金属元素群から選択された少なくとも1種類の元素からなる貴金属層が形成され、更に、当該貴金属層は、厚さが1nm以上で5nm以下であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

フロントページの続き

(72)発明者 平山 義幸  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 稲葉 信幸  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(7)

特開2000-207721

(72)発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D006 AA02 AA06 BB01 BB02 BB07  
BB08 DA03 DA08 FA09